

Обладнання анаеробного зброджування осадів стічних вод з метою отримання та утилізації біогазу на комунальних очисних спорудах водовідведення

С.Б.Козловська, ЗАТ «УкркомунНДПрогрес», м. Харків

К.Б.Сорокіна, Харківська національна академія міського господарства

Метанове "зброджування", або біометаногенез давно відомий процес перетворення біомаси в джерело енергії. Анаеробний біохімічний метод застосовують також для обробки осадів первинних відстійників і надлишкового активного мулу очисних споруд каналізації.

Світовий досвід використання технології анаеробної переробки осадів стічних вод та інших органічних відходів для одержання біогазу з метою його подальшої утилізації свідчить про рентабельність та перспективність її впровадження.

Метою даної роботи є аналіз факторів, що впливають на протікання процесу анаеробного зброджування осадів стічних вод, а також на параметри й стабільність процесу утворення біогазу.

Основними спорудами при анаеробній обробці осадів стічних вод є метантенки. Це ємнісні споруди, які називаються реакторами або резервуарами метантенків, для зброджування органічної речовини, в яких процеси інтенсифікуються підігрівом і перемішуванням завантаженого субстрату із зрілим збродженим субстратом.

Виходячи із характеристики процесу зброджування та його технології, можна виділити такі основні вимоги до реакторів:

- абсолютна герметичність стінок, що перешкоджає газообміну;
- герметичність для рідини;
- збереження міцності в статичному стані при дії власної сили тяжіння та маси завантаженого субстрату;
- достатня товщина теплоізоляції;
- корозійна стійкість;
- надійність процесів завантаження і розвантаження;
- доступність внутрішнього простору для обслуговування.

До числа факторів, які впливають на діяльність бактерій та, відповідно, на вихід біогазу, відносять: температуру, кислотність середовища, співвідношення C/N, наявність летучих кислот, поживних речовин, токсичних матеріалів тощо.

Для стабілізації процесів анаеробного зброджування осадів стічних вод та інтенсифікації роботи метантенків необхідно забезпечити:

- попередню підготовку осаду, яка складається з видалення грубодисперсних включень (проціджування осаду) та удосконалення роботи піскоуловлювачів для зменшення мінеральної складової осаду первинних відстійників;
- безперервне завантажування-розвантажування осадів, що дасть можливість стабілізувати швидкість анаеробного розкладання органічної складової збродженого осаду і забезпечить рівномірне виділення біогазу протягом доби;

- перемішування осаду в резервуарах метантенків з оптимальною інтенсивністю, що забезпечить ефективне використання всього об'єму резервуару, виключить утворення мертвих зон, розшарування осаду, відкладання мінералізованого осаду та утворення кірки, а також сприятиме вирівнюванню температурного поля та покращенню газоутворення;

- підтримання оптимальної температури режиму зброджування (мезофільного 32-35°C, термофільного 52-55°C);

- завантажування попередньо підігрітого осаду вважається за краще, тому що надходження холодного осаду сповільняє процес анаеробного зброджування;

- нагрівання завантажувального осаду краще робити в теплообмінниках, тому що подача пари до резервуару метантенків збільшує вологість зброджуваного осаду, веде до повної втрати конденсату та збільшує експлуатаційні витрати. Крім того, висока температура пари (вище 100°C) негативно впливає на анаеробні мікроорганізми.

Для забезпечення оптимального режиму процесу бродіння слід здійснювати контроль таких параметрів: температури; рН біомаси; рівня біомаси; вмісту органічної речовини в біомасі; тиску біогазу; дози завантаження - вивантаження біомаси; об'єму біогазу.

Під оптимальним зброджуванням осадів в основному слід розуміти відповідність таким вимогам:

- сучасні метантенки, як правило, завантажують сирим осадом з відносно високим вмістом твердої речовини (~6-8%), з метою економії об'єму реакторів;

- підвищений вміст твердої речовини потребує інтенсивного перемішування для можливості роботи у режимі схожим з реакторним;

- зважаючи на підвищений вміст твердої речовини вже не відбувається розшарування осаду і тому не проводиться відвід мулової води;

- метантенки працюють в режимі реакторів, тобто безперервно з завантаженням протягом 24 годин.

Залежно від продуктивності установки й потрібного ступеня стабілізації, виходячи з наступних способів ліквідації або використання зброженого осаду та враховуючи, що процес стабілізації йде асимптотично та через 15 діб вже досягається ступень розкладу приблизно на рівні 95% від ступеню розкладу за 20 діб, проєктують більші метантенки навіть у разі меншого часу перебування.

Суттєвим пунктом оптимізації анаеробного зброджування осадів є задача як можна більшої мінімізації кількості осаду, щоб зменшити об'єм реакторів. Так як осад первинних відстійників і надлишковий мул в основному мають різні властивості з ущільнення, стратегічний підхід до досягнення високого вмісту сухої речовини несхожий. Гравітаційне ущільнення надлишкового мулу (враховуючи його високу вологість та низьку здатність до цього процесу) спільно з осадом первинних відстійників (як це практикувалось раніше шляхом зворотного завантаження надлишкового мулу до первинних відстійників) сьогодні вже стає недоцільним. Осад первинних відстійників і надлишковий мул повинні роздільно відбиратись і ущільнюватись. Осад первинних відстійників може бути без труднощів гравітаційно ущільнений до вологості 95-92%.

Надлишковий мул має високу вологість 99,2-99,6%. У разі гравітаційного ущільнення надлишкового мулу можуть досягатися величини вологості 96,5-97,3%, так що враховуючи кількість рідкого мула, яка зростає внаслідок заходів з вдосконалення очищення стічних вод, сьогодні у світі майже завжди застосовується механічне згущення надлишкового мулу.

Зменшення вологості викликає деякі складності при його транспортуванні.

Останнім часом поширились випадки, коли в метантенках утворюється піна. При цьому мова йде не про класичну піну метантенків, яка може утворюватися в час пуску в експлуатацію або внаслідок неправильної експлуатації - причиною у більшості випадків є сирий осад, який завантажується в метантенк. Справа в тому, що останнім часом в аераційних спорудах почали попадатися в деяких випадках ниткоподібні організми, наприклад, *Microthrix parvicella*, які разом з надлишковим мулом надходять в метантенки і там значною мірою сприяють піноутворенню. Тому метод відведення осаду з поверхні в головці метантенка - надійніший підхід до розв'язання цієї експлуатаційної проблеми.

Український науково-дослідний інститут прогресивних технологій в комунальному господарстві (ЗАТ «УкркомунНДІпрогрес», м. Харків) пропонує комплекс споруд для одержання і утилізації біогазу метантенків для очисних споруд м. Харкова, що вирішує проблему зниження енерговитрат при очищенні стічних вод за рахунок використання постійно відновних нетрадиційних джерел енергії, які є на очисних спорудах каналізації. Такий комплекс вирішує ряд завдань: технологічних, що забезпечують одержання стабілізованого незагниваючого осаду (нові метантенки); енергетичних, які дозволяють компенсувати значну частину електричної та теплової енергії, що витрачається на роботу повітрорудних машин і технологічне нагрівання осаду; екологічних, що знижують забруднення атмосфери метаном і ліквідують сморід.

Цей комплекс споруд включає:

1 – споруди для забезпечення стабільності процесу зброджування осадів у метантенках (видалення грубодисперсних включень з рідких осадів);

– споруди зі зброджування осадів та отримання біогазу (метантенки нової конструкції);

3 – споруди з утилізації біогазу з отриманням електроенергії;

4 – споруди для утилізації вторинного тепла для підігріву осадів.

Важливою перевагою такої технології є можливість забезпечення автономним енергозабезпеченням станцій біологічного очищення стічних вод при аварійних режимах в енергомережах.

Попередні розрахунки показують ефективність пропонованої технології. Очікуване вироблення біогазу для міст України з населенням більше 200 тис. чоловік складе не менше 100 млн. м³/рік (калорійністю 5500 ккал/м³), що еквівалентне 200 млн. кВт/год. за рік електроенергії, або 70 тис. т умовного палива.